

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Strojnícka fakulta
Katedra výrobných strojov a konštruovania

Možnosti využitia diagnostických metód pri údržbe vozidiel mestskej
hromadnej dopravy

The Opportunities of Using Diagnostic Methods within the
Maintenance of the Public Transport Vehicles

Študent: Tomáš Krkoška
Vedúci bakalárskej práce: doc. Ing. Helebrant František, CSc.

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Krkoška**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování**
Specializace: **70 Technická diagnostika, opravy a udržování**
Téma: **Možnosti využití diagnostických metod při údržbě vozidel městské hromadné dopravy.**
The Opportunities of Using Diagnostic Methods within the Maintenance of the Public Transport Vehicles.

Zásady pro vypracování:

Z pohledu řešení zvýšení provozní spolehlivosti a tím také problematiky zajištění údržby pro vozidla městské hromadné dopravy navrhnete ve formě předprojektové studie možnosti využití nasazení metod technické diagnostiky. V rámci zadání zpracujete:

1. Rešerši a analýzu využití metod technické pro vozidla městské hromadné dopravy.
2. Ideově technický návrh řešení včetně metodického postupu implementace na vozidla městské hromadné dopravy.
3. Provozní aplikaci na vybraný objekt jednoho prostředku městské hromadné dopravy.
4. Vyhodnocení přínosů navrženého řešení.

Další potřebná technická specifikace zadání bude provedena v průběhu zpracování.

Seznam doporučené odborné literatury:

- STRAKA, B. : *Motorové oleje a tribotechnická diagnostika naftových motorů*. NADAS Praha 1986, 247 s.
- SIKORA, A., HEJMAL, Z. : *Provozní diagnostika železniční techniky*. VA Brno 1993, 274 s.
- HELEBRANT, F., ZIEGLER, J., MARASOVÁ, D. : *Technická diagnostika a spolehlivost – I. Tribodiagnostika*. VŠB-TU Ostrava, I. vydání, Ostrava 2000, 153 s., ISBN 80-7078-883-6
- POŠTA, J a kol.: *Oprávenství a diagnostika II a III*. INFORMATORIUM, s.r.o. Praha 2002 a 2003, 183 s. a 187 s., ISBN 80-86073-88-2, ISBN 80-7333-017-2
- PAPOUŠEK, M., ŠTĚRBA, P. : *Diagnostika spalovacích motorů – praktická příručka*. Computer Press Brno 2007, 223 s., ISBN 978-80-251-1697-5

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Helebrant, CSc.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Miestoprísažné prehlásenie študenta

Prehlasujem, že som celú bakalársku prácu v rátané príloh vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a uviedol som všetky použité podklady a literatúru

12.5. 2011

V Ostrave.....



.....
podpis študenta

Prehlasujem, že

- som bol zoznámený s tým, že na moju bakalársku prácu sa plne vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, hlavne § 35 – použitie diela v rámci občianskych a náboženských obradov, v rámci školných predstavení a užitia diela školného a § 60 – školné dielo.
- beriem na vedomie, že Vysoká škola banská – Technická univerzita Ostrava má (ďalej len „VŠB -TUO“) právo na neziskové k svojej vnútornej potrebe bakalársku prácu použiť § 35 odst. 3).
- súhlasím s tým, že bakalárska práca bude v elektronickej podobe uložená v Ústrednej knižnici VŠB-TUO k nahliadnutiu a jeden výťah bude uložený u vedúceho bakalárskej práce. Súhlasím s tým, že údaje o kvalifikačnej práci budú zverejnené v informačnom systéme VŠB – TUO.
- bolo zjednané, že VŠB – TUO, v prípade záujmu z jej strany, uzavrie licenčnú zmluvu s oprávnením použiť dielo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bolo zjednané, že použiť svoje dielo – bakalársku prácu alebo poskytnúť licenciu k jej využitiu môžem len so súhlasom VŠB – TUO, ktorá je oprávnená v takomto prípade od mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré boli VŠB – TUO na vytvorenie diela vynaložené (až do jej skutočnej výšky).
- beriem na vedomie, že odovzdaním svojej práce súhlasím so zverejnením svojej práce podľa č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o zmene a doplnení ďalších zákonov (zákon o vysokých školách), v znení neskorších predpisov, bez ohľadu na výsledok jej obhajoby.

12.5. 2011



V Ostrave:.....

.....
podpis

Meno a priezvisko autora práce:

Tomáš Krkoška

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Slovensko, Čadca u Hluška 1385

ANOTÁCIA BAKALÁRSKEJ PRÁCE

KRKOŠKA, T. Možnosti využitia diagnostických metód pri údržbe vozidiel mestskej hromadnej dopravy : bakalárska práca. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Strojnícka fakulta, Katedra výrobných strojov a konštruovania, 2011, 50 s. Vedúci práce: Helebrant, F.

Úvodná časť bakalárskej práce sa zaoberá obecným zoznámením trenia, opotrebenia a mazania. Nasledujúce kapitoly približujú rozdelenie základných druhov olejov a ich degradáciu. Využívanie ropných produktov ako zdroj energie spôsobuje kvalitatívne alebo kvantitatívne zmeny v genetickej informácii organizmu. Preto sa ďalšie kapitoly zaoberajú ekológiou a štandardizovanými meracími metódami. Experimentálna časť sa predovšetkým venuje koncepcii nákladných vozidiel, metodike a výsledkom analýzy motorového oleja.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KRKOŠKA, T. The Opportunities of Using Diagnostic Methods within the Maintenance of the Public Transport Vehicles : Bachelor's thesis. Ostrava: VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2011, 50 p. Head of the bachelor's thesis: Helebrant, F.

The introductory part of bachelor's thesis deals with the general introduction of friction, wear and lubrication. The following chapters elucidate the division of basic types of oil and its degradation. The utilization of petroleum products as a source of energy causes the qualitative and quantitative changes of genetic information of an organism. Subsequently, next chapters deal with ecology and standardised measuring methods. Experimental part is dedicated primarily to the conception of lorries, methodology and the results of motor oil analysis.

Obsah

1	ÚVOD	9
2	TRENIE.....	10
	2.1 Zmena skupenstva trenie rozdeľuje do skupín	10
	2.2 Rozdelenie trenia podľa spôsobu pohybu	11
3	TRIBODIAGNOSTIKA	12
	3.1 Rozdelenie metód tribodiagnostiky.....	12
	3.2 Procesy opotrebenia	13
	3.2.1 Základné procesy opotrebenia trecích povrchov	14
	3.2.2 Faktory vplývajúce na opotrebenie	15
	3.2.3 Základné druhy opotrebenia	16
	3.2.4 Typické opotrebenie spaľovacích motorov	17
	3.3 Procesy Mazania	17
	3.3.1 Klasifikácia mazív	18
	3.3.2 Prísady do mazív	21
	3.3.3 Nečistoty v oleji.....	21
4	SLEDOVANIE VLASTNOSTI MAZÍV	22
	4.1 Degradácia mazacieho oleja	22
	4.2 Odber vzoriek	26
5	ZÁKLADNÉ DRUHY OLEJOV.....	27
	5.1 Motorový olej	27
	5.2 Prevodový olej.....	27
	5.3 Hydraulický olej	28
6	BIOLÓGIA A EKOLÓGIA.....	28
	6.1 Ekológia.....	28
	6.2 Ekologická chémia	28
	6.3 Ropné produkty vo vzťahu k životnému prostrediu.....	28
7	ŠTANDARDIZOVANÉ MERACIE METÓDY	29
	7.1 Meranie emisií zážihových motorov	29
	7.2 Meranie emisií vznetrových motorov	29
	7.3 Meranie spotreby paliva	29
	7.4 Meranie spotreby motorového oleja	29

7.5	Hlukové spektrum	30
8	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	31
8.1	Predstavenie spoločnosti Iveco	31
8.2	Motory Iveco Daily	32
8.3	Technický popis skúmaných nákladných vozidiel	34
8.3.1	Koncepcia nákladného vozidla Iveco Daily 35C12	34
8.3.2	Koncepcia nákladného vozidla Iveco Daily 50C15	40
8.4	Záver	44
	PodĎakovanie	46
	Použitá literatúra	47
	Zoznam obrázkov.....	49
	Zoznam tabuliek.....	49
	Zoznam skratiek a symbolov:	50

1 ÚVOD

Vo chvíli kedy prví ľudia objavili oheň otvorili tým dvere k využívaniu nových zdrojov energie. Trvalo však približne dva milióny rokov kým sa ľudstvu podarilo úspešne premeniť tepelnú energiu na mechanickú. Nasledovalo množstvo vynálezov, ktoré menili naše dejiny. Počiatkom dvadsiateho storočia spôsobil vynález benzínového motora revolúciu v doprave. S týmto vynálezom sa do popredia dostala veda, ktorá sa venuje skúmaniu dotýkajúcich sa povrchov. Nazýva sa Tribológia. Už starí Egyptania pri stavbách pyramíd poznali výhody valivého trenia. V stredoveku Leonardo da Vinci vynášiel prvé guľčkové ložisko, ale technici ho neboli schopní prakticky využiť pretože boli obmedzení technológiou ich doby. Odvtedy sa veľa zmenilo a úspešne riešime otázky vychádzajúce z Tribológie. Kulminujúcim faktorom je zvýšenie prevádzkovej spoľahlivosti strojov a zariadení, preto sa musíme tejto problematike naďalej venovať, pretože to je kľúč k budúcnosti.

2 TRENIE

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [1, 3]

Predtým ako sa budú rozoberať kontaktné procesy trenia, treba definovať najdôležitejší pojem a to trenie.

Definícia: Trenie je odpor proti relatívnemu pohybu vznikajúci medzi dvoma k sebe pritlačenými telesami v oblasti dotyku ich povrchov v tangenciálnom smere.

Táto najznámejšia definícia, ale opisuje len vonkajšie trenie.

- **Vonkajšie trenie** - popisuje styk dvoch trecích povrchov.
- **Vnútorne trenie** - prebieha v materiálových vrstvách toho istého telesa.

2.1 Zmena skupenstva trenie rozdeľuje do skupín

• **Trenie tuhých telies** - je stav kedy sú stykové plochy materiálov v pevnom skupenstve. Trenie vyplýva z interakcii medzi povrchmi, pričom tieto pôsobenia delíme na mechanické a molekulárne.

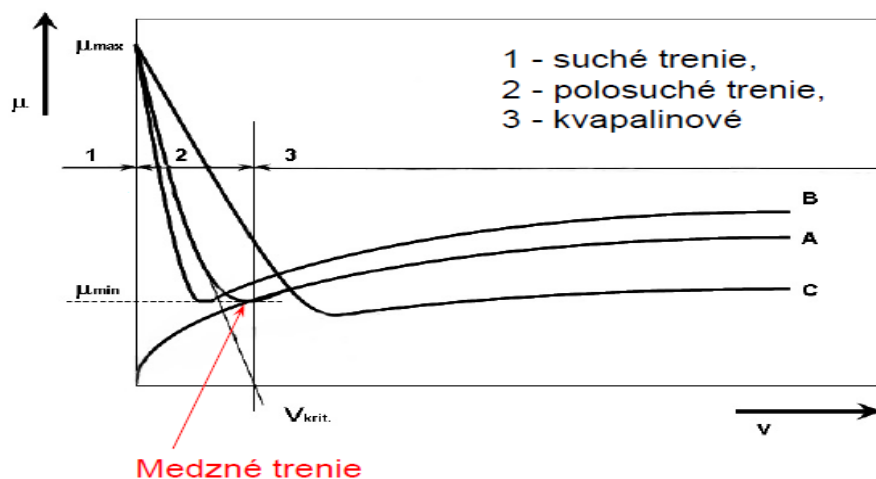
- vzájomné zachytávanie sa mikronerovností
- pružná deformácia mikronerovností
- plastická deformácia mikronerovností
- adheziu medzi povrchmi

• **Plynné trenie** - princíp je rovnaký ako u kvapalinového trenia s rozdielom, že trecia vrstva je plyn. Plynové trenie je vhodné pre vysoké obvodové rýchlosti (10 000-600 000 min⁻¹) a vysoké teploty (300 °C a viac) Rovnako u kvapalinového trenia hovoríme o aerostatickej a aerodynamickej oblasti trenia.

• **Zmiešané trenie** - je ojedinelým spôsobom trenia, kedy sa môžu súčasne vyskytovať dva alebo viac základných trecích stavov. Pri tomto trení môže dôjsť až k takzvanému medznému treniu čo spôsobuje limitné stenčenie mazacej vrstvy.

• **Kvapalinové trenie** - vrstva materiálu v ktorej prebieha trenie, ma charakter kvapalnej látky. Šmykové napätia vznikajúce v tangenciálnom smere sú podmienené viskozitou. Predstavujú odpor proti pohybu, čím spôsobujú straty mechanickej energie. Pri

kvapalinovom trení rozlišujeme dva typy trecích vrstiev hydrostatickú a hydrodynamickú. Podľa veľkosti stredného tlaku a veľkosti klznej rýchlosti zistíme súčiniteľ trenia. Jeho priebeh popisuje Stribecková krivka.



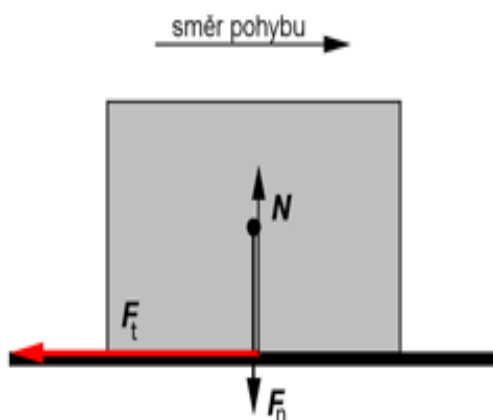
Obr. 1 Stribecková krivka [20]

2.2 Rozdelenie trenia podľa spôsobu pohybu

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [1, 3, 16]

Klzné trenie- pri vzájomnom pohybe telies vzniká na styčných plochách klzné trenie.

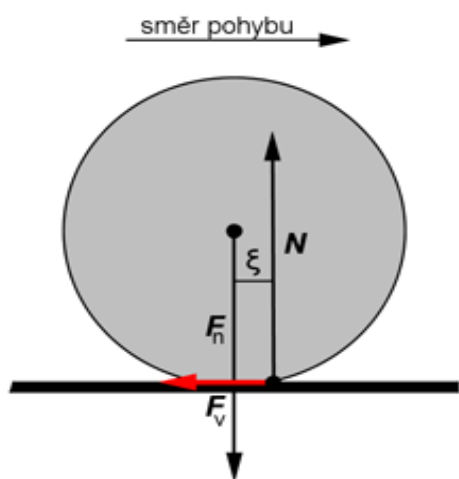
Toto trenie je dané pomerom trecej tangenciálnej sily k zaťažovacej normálovej sile.



$$F_t = f F_n \quad (1)$$

Obr. 2 Základná schéma klzného trenia [16]

Valivé trenie - vzniká pri rotačnom pohybe telesa po rovine alebo inom zakrivenom telese so súčasným posuvom rovnobežne s rovinou alebo v zmysle zakrivenia. Súčiniteľ trenia je výrazne menší ako u klzného trenia.



$$F_v = \xi (F_n / R) \quad (2)$$

Obr. 3 Základná schéma valivého trenia [16]

3 TRIBODIAGNOSTIKA

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [3]

Je metódou bez demontážnej diagnostiky, ktorá analýzou maziva zisťuje technický stav skúmaného objektu a zároveň klasifikuje kvalitu vlastného maziva. Cieľom tribodiagnostiky je zbierať, analyzovať a oznamovať výskyt nežiaducich látok v mazive a to z hľadiska kvantitatívneho a kvalitatívneho. Presná identifikácia umožňuje včasne upozorniť na vznikajúce poruchy, dokonca dokáže lokalizovať vznik mechanickej závady.

3.1 Rozdelenie metód tribodiagnostiky

Metódy pre stanovenie koncentrácie oterových kovov

- Atómová spektrofotometria
 - atómová emisná spektrofotometria
 - atómová absorbčná spektrofotometria
- Polarografia a voltametria
- Metóda RAMO

Metódy pre hodnotenie morfológie a distribučného rozdelenia časti kovu

- Forografie s vyhodnotením
 - feroskopickým
 - foredenzimetrickým

3.2 Procesy opotrebenia

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [1,2,3,4]

V dnešnej dobe môžeme pojem opotrebenie pripisovať predovšetkým na tuhé telesá. To znamená trvalý úbytok materiálu zo styčných plôch materiálov. Tento stav vzniká pri vzájomnom pohybe telies alebo pri pohybu média. Opotrebenie môžeme definovať ako **Makroskopické**: zodpovedá globálnemu skúmaniu a identifikovaniu výrazných zmien v materiálových a tvarových dvojiciach.

Mikroskopické: lokálne plastické deformácie nežiaduco pôsobia na kryštalické mriežky a postupom času vedú k vzniku trhlín. Na vznik trhlín výrazne vplývajú štruktúry kovov na hranici zŕn. Detekovať jednotlivé procesy v konkrétnej oblasti sú možné len s použitím mikroskopu.

Opotrebenie sa prejavuje predovšetkým zmenami veľkosti a tvaru tuhých telies a následne k nim patrí deformácia, spevňovanie, mäknutie, oddeľovanie, tavenie, sublimácia, ionizácia, nanášanie, prenášanie, a spájanie. Ďalšou formou opotrebenia tuhých telies sú zmeny materiálových a povrchových oblastí. Do tejto skupiny patrí absorpcia, difúzia, legovanie, tribooxidácia a tribokorózia.

K definovaniu podľa Fleischera sa priradujú tieto predpoklady.

- Opotrebenie sa vždy spája s trením, platí to pre všetky fázy rozbehu a dobehu relatívneho pohybu.
- Definícia opotrebenia sa spája s pojmom materiálová vrstva.
- Primárnym predpokladom pri definícii opotrebenia je jav stálej zmeny tvaru alebo zmeny vlastností materiálu.

Pri akceptácii uvedených faktorov sa opotrebenie definuje:

Opotrebenie je v dôsledku trenia vyskytujúca sa zmena tvaru, zmena veľkosti alebo zmena veľkosti vrstiev materiálu tvoriacich povrch tuhých telies, ktorá vznikla mimo technologicky požadované tvarovanie alebo mimo požadovanú zmenu vlastností materiálu.

Rozdelenie opotrebenia je analogické ako u trenia čiže podľa pohybových vlastností ide o opotrebenie:

- Pohybové
- Pokojové
- Nárazové

3.2.1 Základné procesy opotrebenia trecích povrchov

- **Mikrorezaanie** - vzniká vtlačovaním tvrdých abrazívnych častíc alebo splodím do trecieho povrchu. Toto opotrebenie sa vyskytuje zriedkavejšie kvôli nedostatočnej hĺbke vniknutia pri naznačených tlakoch.
- **Plastické vytesňovanie** - povrch pri trení môže spôsobovať vytlačanie materiálu pred seba, do strán, pod seba a zanechávajú za sebou stopy v podobe rýh. V takto namáhaných povrchoch vznikajú trhliny, ktoré v konečnom dôsledku môžu spôsobiť oddelenie materiálu od základu.
- **Delaminácia** - po vyčerpaní plastickej schopnosti materiálu nastáva stav, kedy sa jednotlivé častice v šupinkovom tvare oddelia od základu.
- **Vytrhávanie** - zvyšné ťahové napätia trhliny po cementácii, kalení, alebo starnutí, vysoké tepelné napätia pri trení alebo zlých podmienkach mazania indikujú stavy, ktoré sa prejavujú materiálovým vytrhávaním.
- **Hĺbkové porušenie** - sa prejavuje relatívnym pohybom dvoch telies, ktoré sú spojené (lokálne zvarové spoje). Porušenie nastáva v hĺbke jedného z nich a má submikroskopické rozmery ktoré postupom času dosahujú veľkosti až niekoľko milimetrov.

3.2.2 Faktory vplývajúce na opotrebenie

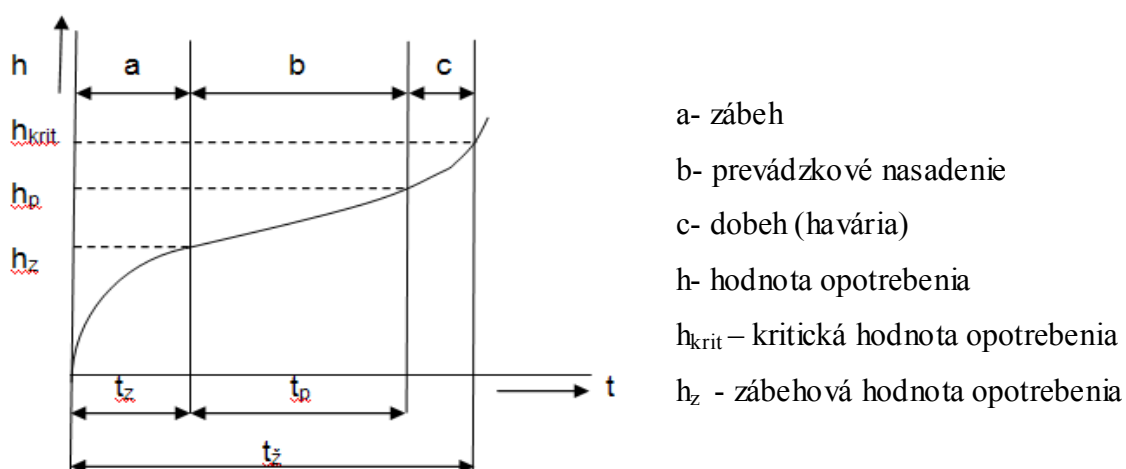
Vplyv teploty: vplyvom vysokej teploty môžu nastať rôzne stavy degradácie.

- Ak teplota na vrstvách vystúpi vyššie ako teplota rekryštalizácie potom bude povrchová vrstva v stave zvýšenej plasticity, zmäkčovania. Toto spôsobuje roztekание kovov a tým sa povrch bude vyhladzovať.
- Difúzne procesy vzniknuté vysokou teplotou a plastickými deformáciami spôsobujú obohacovanie povrchu niektorými prvkami (napr. povrch ocele uhlíkom).
- Pri intenzívnom lokálnom zvýšení teploty a v náhlom ochladení môžu na povrchu vzniknúť zakalené oblasti.

Chemický vplyv

- Pri povrchových vrstvách, ktoré sú vystavené priamemu pôsobeniu vzduchu za prítomnosti kyslíka v plynnej fáze, kyslíka prítomného v oleji alebo v jeho derivátoch tvoria oxidické vrstvy. Tieto vrstvy zabraňujú zadieraniu trecích dvojíc, ktoré pracujú bez prítomnosti mazania.
- Na báze oxidických vrstiev sa používajú rôzne chemické zlúčeniny, ktorých filmy efektívne chránia povrch pred opotrebením.
- Proti degradácii maziva sa môže použiť metóda v ktorej sa nasycuje povrch uhlíkom.

Opotrebenie má časový priebeh, ktorý sa člení od zábehu až po havarijné situácie.



Obr. 4 Časový priebeh opotrebenia [3]

Opotrebenie sa môže prejavovať napríklad ako odstavovanie alebo premiestňovanie častíc hmoty z funkčných povrchov, ďalej to môžu byť elektrochemické alebo elektrické vplyvy. Podľa toho rozdeľujeme opotrebenie na šesť základných druhov.

3.2.3 Základné druhy opotrebenia

• Adhezívne opotrebenie

- dotyk pri relatívnom pohybe funkčných povrchov
- porušenie povrchových vrstiev
- prenos materiálu z jedného povrchu na druhý
- typický prejav jemný adhezívny oder

• Abrazívne opotrebenie

- spôsobené rozrušovaním, rezaním jedného povrchu povrchom druhým
- typickým poškodením sú ryhy

• Erozívne opotrebenie

- povrch je porušovaný pevnými segmentmi nesenými v kvapaline alebo v plyne
- opotrebenie je nerovnomerné a nesymetrické
- veľkosť opotrebenia závisí od rýchlosti pohybu

• Únavové opotrebenie

- je charakteristické kumuláciou materiálu pri cyklickom namáhaní
- vznikajú povrchové trhliny, ktoré sa ďalej šíria a postupne uvoľňujú častice materiálu

• Kavitačné opotrebenie

- zaníkaním kavitačných bublín vznikajú v kvapaline hydrodynamické rázy, ktoré spôsobujú namáhanie materiálu až k vytrhávaniu častíc z materiálu

• Vibračné opotrebenie

- vzniká pri vzájomných vratných alebo vibračných pohybov stykových plôch

3.2.4 Typické opotrebenie spaľovacích motorov

Množstvo súčasti motoru majú charakteristické opotrebovanie spôsobené ich činnosťou a prevozom.

Valec, vložka valca - toto opotrebenie závisí od priebehov tlakov vo valci, rozložením teplôt a pôsobením spalín. Opotrebenie je najväčšie v rovine kolmej k osi kľukového hriadeľa, pričom v rovine rovnobežnej s jej osou bude menšie.

Piest, piestny čap - pôsobením zotrvačných síl u piestu môže nastať opotrebenie kedy sa vytlakuje otvor pre piestny čap. Samotný čap je vyrábaný z pevných materiálov takže jeho opotrebenie nie je až také veľké ako u piesta alebo puzdra horného ojnicného oka. Piest býva na vonkajšom plášti opotrebovávaný oterom. V rovine kolmej na osu bude vznikať opäť najväčšie opotrebovanie.

Piestne krúžky - sú opotrebovávané napríklad oterom na vonkajšej valcovej ploche, miznú úkoso, na krajoch môžu vznikať otrepy. Z dôvodu vytlačenia v drážke piestu môže byť opotrebovanie po obvode nerovnomerné.

Ojnicné a hlavné ložiská - najväčšie opotrebovanie ložísk vzniká pri rozbehu motoru, pretože v tejto fázy ešte nie je potrebný tlak v olejovej sústave. Tento jav je nutné riešiť pri veľkých motoroch (lokomotívne, lodné) tak, že sa pred štartom motoru spustia olejové čerpadlá. Tieto vytvoria potrebný tlak oleja a tým zaistia dokonalé premazanie. Oter je základným opotrebením klzných ložísk. Toto opotrebenie je rovnomerné.

Príslušenstvo - všade tam, kde dochádza k vzájomnému pohybu vznikajú opotrebovania. Veľkú pozornosť musíme venovať olejovému čerpadlu, pretože ak jeho opotrebenie bude natoľko vážne, že nedokáže vytvoriť potrebný tlak oleja nezaistí premazanie motora. Lopatky vodných čerpadiel môžu byť poškodené kavitáciou. Primeranú pozornosť tiež treba venovať rozvodovým kolesám, reťaziam alebo remeňom. Prasknutie alebo preskočenie rozvodovej reťaze je zriedkavý jav, ale je zdrojom hluku a sekundárne môže dojsť k jeho styku so skriňou motoru.

3.3 Procesy Mazania

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [1,2]

Ďalším dôležitým procesom tribológie je mazanie. Tento proces je najúčinnnejším spôsobom na znižovanie trenia dokonca prispieva k celkovému potlačeniu

opotrebovania tuhých trecích telies. Pri tomto procese musíme docieľiť stav kedy oddelíme pohybujúce sa povrchy tuhých trecích telies mazivom. Mazivo je aktívny prvok, pretože na jeho vlastnostiach závisia funkčné, mechanické, energetické a materiálové vlastnosti tribotechnického systému.

Maziva rozdeľujeme:

- Tuhé
- Plastické
- Kvapalné
- Plynné

3.3.1 Klasifikácia mazív

- **Mazanie tuhými mazivami**

Mazivo vykazuje podobné vlastnosti ako majú tuhé látky. Toto mazivo sa používa na mimoriadne vysoké tlaky a teploty a všade tam kde sú nepriaznivé vplyvy okolia a nemožno použiť kvapalinové alebo plynné mazivá.

Tuhé mazivá delíme na:

- Anorganické(sulfidy, selenidy, Mo, V, Ti, Nb, Grafit).
- Organické (polymerné, polyaromatické, tuky, vosky a ich deriváty).
- Mäkké kovy(Pb, Sn, In, Cd, Au a ich zliatiny).
- Klzné látky - pri teplote vyššej 560 °C sa na trecie prvky nanášajú a potom vypaľujú, alebo sa do ich pórov nanáša tuhé mazivo (grafit, sulfidy).

- **Kvapalinové mazanie**

Vyznačuje sa stavom, kedy je mazivo v kvapalnom skupenstve. Kvapaliny sa vyznačujú schopnosťami tiecť. Tento stav popisuje reológia. Kvapalinové mazivá sú najpoužívanejším typom maziva v praxi. Prísady im dávajú nové vlastnosti a predlžujú pracovné schopnosti.

Rozlišujeme:

- Ropné oleje - vyrábajú sa destiláciou, rafináciou, ale tiež odparovaním.
- Syntetické oleje - sú schopné lepšie zvládať tribotechnické problémy.
- Anorganické kvapalné a taveniny - používajú sa pri spracovaní kovov.

Na schopnosti kvapalných mazív má veľký vplyv viskozita.

Dynamická viskozita - koeficient vnútorného trenia.

Kinematická viskozita - popisuje pomer dynamickej viskozity η a hustoty ρ pri danej teplote.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}] \quad (3)$$

Podľa toho či viskozita s časom rastie alebo klesá hovoríme Reopexii alebo Tixotropii. Sú to zmeny vratné alebo nevratné.

• Plynné mazanie

Mazacia látka je v plynnom stave. Tento mazací stav sa využíva v ložiskách, ktoré pracujú pri vysokých otáčkach až do $10\,000 \text{ s}^{-1}$ a pri vysokých teplotách (300°C a viac)

Výhody :

- malá viskozita, ktorá sa s teplotou zvyšuje
- nízky súčiniteľ trenia
- malé trecie teplo
- dokonalé vyplnenie mazacieho priestoru
- zanedbateľná tlaková stráta

Nevýhody:

- sklon k nestabilite a turbulencii
- sklon k vysokému frekvenčnému chveniu
- sklon k bezprostrednému styku povrchov

Pri systémoch, kde sa používajú plynné mazivá treba zaistiť tieto podmienky:

- veľmi presná montáž
- tesnosť mechanizmu
- hladké trecie plochy

Ako najbežnejšie mazivá sa používa vzduch (do 650 °C), oxid uhličitý (do 650 °C), hélium, dusík (800 °C a viac), vodná para, metán a podobne.

• **Plastické mazivá**

Koloidné sústavy - podskupiny gélov, zriedkavejšie sólov alebo rôsolov. Makroskopicky sú maslové, vláknité, hubovité alebo zrnité.

Vyrábajú sa z ropných olejov. Plastické maziva sa spevňujú kovovými prvkami na dosiahnutie konkrétne požadovaných vlastností. Obsahujú prídavné anorganické látky napr. grafit a iné plnivá.

Na získavanie informácií o vlastnostiach plastických mazív sa používa penetrácia, ktorá určuje stupeň tuhosti mazív. Tieto stupne sa rozdeľujú od 00 až 7. Penetrácia je hĺbka vniknutia normalizovaného skúšobného kužeľa vplyvom vlastnej hmotnosti do vzorku maziva pri teplote 25 °C za určitý čas.

Podľa stálosti sa plastické maziva delia

- tepelné stále mazivá - štruktúra sa vplyvom tepla zachová, alebo sa po ochladení obnoví.
- mechanicky stále mazivá - reologické vlastnosti sa za rôznych stavov líšia veľmi málo
- koloidné nestále mazivá - rozpadávajú sa na viskóznú fázu a nerozpustný koloid - xerogel

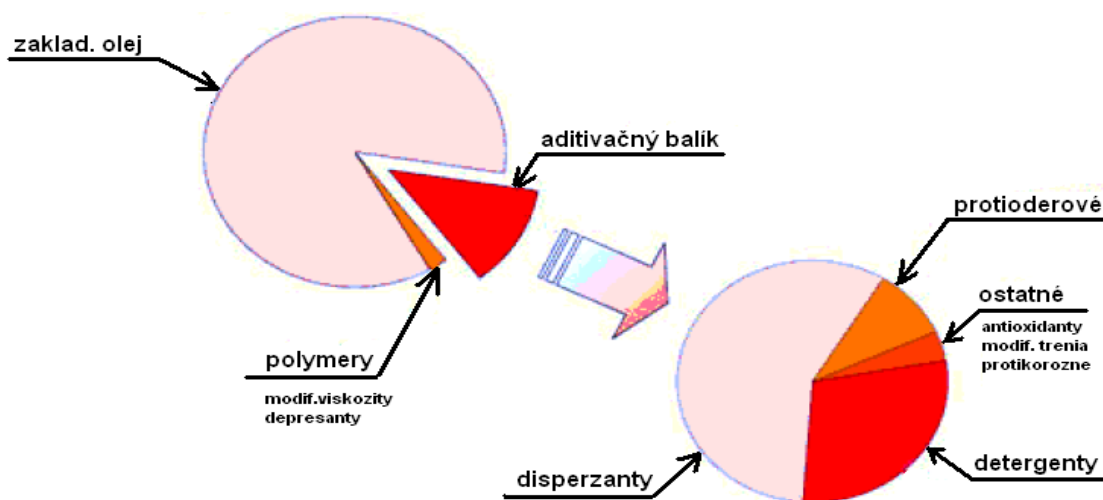
Podľa typu spevňovadla sa plastické mazivá členia

- mydlové (Li, Na, Ca, Al, Pb)
- nemydlové (polyalkény, polyamidy, silikagely)
- uhlíkové
- halogénové

3.3.2 Prísady do mazív

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [3]

- Antioxidanty - potlačovanie oxidačných dejov.
- Detergenty a disperzanty - čistidlá stykových plôch od usadenín a rozptýlenie nečistôt.
- Protikorózne prísady - inhibítor korózie.
- Depresanty - znižovanie teploty tuhnutia.
- Emulgatory - znižujú medzi povrchové napätie na fázovom rozhraní vodnej a olejovej fázy.
- Biocidy - zabráňujú vzniku mikroorganizmov, znehodnoteniu maziva a poškodeniu zdravia.
- Prísady proti peneniu.



Obr. 5 Zloženie motorových olejov [17]

3.3.3 Nečistoty v oleji

- Mäkké: ide prevažne o ropné živice, studené kaly obsahujúce produkty oxidácie oleja a paliva vo forme jemnej suspenzie.
- Tvrdé: jedna sa o materiály, ktoré vznikajú otermi trecích plôch stroja (Al, Fe, Cu, Pb...), prachovými časticami kremíkovej povahy a tvrdým karbónom.

- Voda: voda alebo chladiaca kvapalina sa môže dostať do oleja cez neutesnené plochy.
- Palivo: príčinou nedokonalého spaľovania sa do motorového oleja dostáva benzín či nafta.
- Vzduch: pri pracovnom procese sa môže do oleja dostávať vzduch alebo iné plyny čo spôsobuje degradáciu.

4 SLEDOVANIE VLASTNOSTI MAZÍV

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [1,2,3]

4.1 Degradácia mazacieho oleja

• Kinematická viskozita

Najdôležitejšou vlastnosťou mazív v oblasti hydrodynamického trenia je viskozita. Preto je kulminujúcim determinantom v oblasti hodnotenia mazív.

Zmeny viskozity:

- Zvyšovanie - zapríčinené existenciou produktov oxidačnej povahy, vytváraní emulzie s vodou, znečisťovaním kondenzačnými produktmi.
- Pokles - vzniká predovšetkým teplotou a mechanickou degradáciou aditív, zámenou olejov, u motorových olejov to môže spôsobiť vniknutie paliva do mazacieho systému.

Nízka viskozita - spôsobuje medzné až suché trenie, príčinou toho dochádza k nadmernému opotrebovaniu, v extrémnych stavov až k zdieraniu trecích plôch.

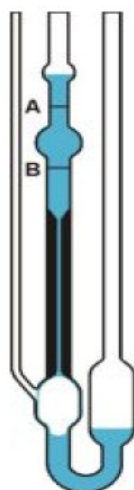
Vysoká viskozita - veľkým koeficientom trenia zapríčiňuje energetické straty.

Viskozita je veľmi citlivá na zmeny teplôt.

Prístroje na meranie viskozity

- kapilárne viskozimetre
- prietokové viskozimetre
- viskozimeter s padajúcou guľičkou
- rotačné viskozimetre

Viskozita sa meria pri teplotách 40 a 100 °C za pomoci viskozimetra. Princíp spočíva v meraní doby prietoku daného objemu skúšobnej látky kapilárnym skleneným viskozimetrom. Viskozimeter je pri tom ponorený vo vyhriatej lázni s konštantnou teplotou. Kinematická viskozita sa určí vynásobením zmeraného času konštantou, ktorú ma každý kalibrovaný viskozimeter.



Obr. 6 Kapilárny viskozimeter [18]

• Bod vzplanutia

Je konkrétna teplota kedy sa zmes pár priblížením plamienka vznieti a opäť zhasne. Týmto testom sa zisťuje prítomnosť paliva v oleji. Skúška sa realizuje v miestnosti za dostatočnej tmy a bez prievanu, aby bolo vzplanutie dobre viditeľné. Motorové oleje majú bod vzplanutia v rozmedzí 190 – 235 °C.

• Obsah vody

Voda alebo vlhkosť výrazne prispievajú k degradácii mazív. Výskytu stopového množstva kondenzujúcej vody v mnohých prípadoch nejde zabrániť. Obecne sa dovoľuje prítomnosť 0,2% hmotnostného obsahu vody.

Prítomnosť vody v oleji spôsobuje

- koróziu
- vypadávanie aditív
- penenie
- tvorba emulzie a kalu

- zvyšovanie viskozity
- znižovanie viskozity
- znižovanie oxidačnej stability

Prítomnosť vody v oleji sa zisťuje nasledovne

- Vizuálne posúdenie: vzorka sa musí dokonale zamiešať, ak sa zakalí indikuje prítomnosť vody. Vzorka bez vody zostane číra.
- Prskacia skúška: na skúšobnú plochu vyhriatu na aspoň 180°C kvapnúť 2 až 3 kvapky oleja. Ak je vzorka bez prítomnosti vody tak povrch škrvny zostane rovnomerný. Pri obsahu 0,1% vody na povrchu vzniknú drobné bublinky po dobu 1 až 2 sekúnd. So zvyšujúcim obsahom vody, veľkosť bubliniek narastá.
- Coulometrická metóda: presná metóda k určení stopového množstva vody. Z titračnej nádoby sa uvoľňuje jód. Jeden mol jódu reaguje s jedným molom vody. Po zreagovaní vody s jódom je indikovaná koncentrácia nadbytočného jódu v nádobe.
- Destilačne: destilácia s rozpúšťadlom(napr. so xylénom)

• Číslo alkality a kyslosti

Jediný test na určenie starnutia priemyselných olejov.

- Číslo alkality (TBN) - toto číslo udáva množstvo kyseliny chlóristej, vyjadrenej počtom mg hydroxidu draselného, ktorého je treba k neutralizácii všetkých zásaditých zložiek prítomných v 1 g vzorku oleja.
- Číslo celkovej kyslosti (TAN) - je definované ako množstvo KOH v mg, využité na neutralizáciu všetkých kyslých zložiek obsiahnutých v 1 gramu analyzovaného vzorku oleja

• Conradsonov karbonizačný úbytok

Pri vysokých teplotách vzniká náchylnosť k tvorbe uhlíkových úbytkov. tým vznikajú v oleji usadeniny. Jedná sa o hmotnostný podiel úbytku po termickom rozklade produktu za predpísaných podmienok. Množstvo úsad sa udáva v hmotnostných percentách.

• Kód čistoty**Celkové znečistenie**

Primárne: nečistoty nádrže, potrubia, hydraulických prvkov, prach, piesok, okuje, farby...

Z okolia: nečistoty môžu vniknúť do sústavy nedostatočným zatesnením.

Vniknuté z obvodu: korózia, erózia, opotrebenie sú príčiny vzniku nečistôt, ktoré pri cirkulácii kvapaliny spôsobujú znečistenie.

Vniknuté z hydraulických kvapalín: detergenty, disperzanty, antioxidanty sa môžu po čase oddeliť od oleja.

Stanovenie popola

Tento test sa prevádza v ropných výrobkoch, mazivách obsahujúce grafit, kovový prach alebo síru. Metóda sa zakladá na spaľovaní vzorku a žíhaní uhlíkového úbytku do konštantnej hmotnosti.

Kvapková skúška

Táto metóda zisťuje stupeň znečistenia orientačne. Na filtračný alebo chromatografický papier sa tenkou kovovou tyčinkou aplikuje kvapka zhomogenizovaného oleja. Následne sledujeme tmavosť, rozsah a štruktúru vsiaknutej kvapky oleja. Proti vylúčeniu rozstriednutia oleja je potrebné, aby nebola kvapka spustená z väčšej výšky ako 5mm. Čiastočné vsiaknutie oleja trvá min. 20 minút. Pri vysokých teplotách oleja sú obrazce menšie a nezreteľnejšie, preto sa nechávajú vychladnúť na asi 20°C.

Výhody

- rýchlosť a jednoduchosť
- informuje o rozsahu znečistenia

Nevýhody

- výsledky nie sú jednoznačné
- v niektorých prípadoch nutnosť podrobnejšieho laboratórneho rozboru

● Glykol v oleji

Glykol je základnou zložkou všetkých nemrznúcich kvapalín. Preniknutie nemrznúcej kvapaliny do motorového oleja môže nastať napríklad pri závade hlavy valcov. Reakcia glykolu s motorovým olejom je oveľa silnejšia než reakcia vody, ktorá sa s nemrznúcou zmesou dostáva do oleja. V dôsledku tejto reakcie dochádza k nevratným zmenám v motorovom oleji. Olej rýchlo z černí, stráca tuhosť až dôjde k zadreniu motora

4.2 Odber vzoriek

- odber prevádzať bezprostredne po práci stroja z dôvodu dokonalého premiešania a ohriatia oleja
- odoberá sa vzorka zo strednej vrstvy, aby sme dostali priemerné zloženie oleja v zariadení
- vzorku ukladať v čistých nádobách naplnených do 4/5 objemu
- odobraná vzorka sa označí a predá k analýze
- popis sa skladá z nasledujúcich častí
 - číslo a názov stroja
 - mazane miesto
 - druh maziva
 - dátum odberu
 - kto odobral
 - označenie požadovaných rozborov
- klasifikácii rozhoduje tribotechnik
- vzorka musí byť odobraná pred doplnením olejovej nádrže novým olejom

5 ZÁKLADNÉ DRUHY OLEJOV

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [1,4]

5.1 Motorový olej

Býva najčastejšie znečistený mäkkými nečistotami, ktoré sa do oleja dostávajú palivom, vodou a čističmi. Nečistoty prispievajú k rýchlemu starnutiu oleja. Ak sa v oceli objaví voda alebo palivo informuje o zlom technickom stave motora alebo nevhodnom spôsobe prevádzkovania. Tvrdé nečistoty majú na olej menší vplyv a to z dôvodu používania čističov, ktoré zachytávajú častice väčšie ako $10\mu\text{m}$. Palivo v oleji spôsobuje znižovanie viskozity. Tento stav je niekedy subjektívnym spôsobom ťažko zistiť lebo pevné častice a kaly olej zahusťujú. Veľmi nežiaducim palivom v oleji je nafta, pretože benzín sa po zahriati motora a oleja odparuje, ale nafta tuto vlastnosť nemá. Ďalšou nežiaducou zložkou v oleji je voda. Do obehu sa dostáva netesnosťami, ale aj kondenzáciou na stenách valcov. Toto spôsobuje rýchle napredovanie korózie.

5.2 Prevodový olej

Tento olej znehodnocujú prevažne tvrdé nečistoty v podobe kovového oteru, v menšej miere mäkké nečistoty tvorené splodinami oxidácie. Z okolia nalievacieho hrdla sa do priestoru prevodovky dostávajú prachové častice. V havarijných prípadoch môže dojsť k narušeniu prevodového priestoru vodou. Veľkou nevýhodou je nefiltrovanie náplni prevodoviek za prevádzky. Pri voľbe prevodového oleja rozhodujú dve kritéria, viskozita a výkonnostné vlastnosti. Rôzne mechanické a tepelné namáhanie prevodových olejov v rôznych typoch prevodoviek vyžaduje možnosť výberu olejov v širokom rozmedzí viskozít. Rozsah viskozít pokrýva 18 viskozitných stupňov, kde každý nasledujúci stupeň má vždy o 50% vyššiu viskozitu. Voľba konkrétnej viskozity za prevádzkovej teploty závisí hlavne na type ozubenia, veľkosti prevodovky a obvodovej rýchlosti kolies. Cieľom je vytvorenie dostatočnej vrstvy oleja zaistiť ujúca elastohydrodynamické mazanie, ktoré výrazne znižuje opotrebenie.

5.3 Hydraulický olej

Je znečisťovaný najmä tvrdými kovovými splodinami zapríčinené oterom klzkých plôch. Častice väčšie ako 5 μm prekračujú veľkosť vôle, preto sú veľmi nebezpečné. Príčinou starnutia hydraulického oleja je znečisťovanie mäkkými časticami. Ak sa do sústavy dostane vzduch má to za následok nepriaznivé kavitačné javy, hlučnosť, pokles tlaku, urýchlenie starnutia oleja a podobne.

6 BIOLÓGIA A EKOLÓGIA

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [4]

6.1 Ekológia

Ochrana životného prostredia sa stala primárnou otázkou existencie ľudstva. Pre zachovanie akosti a rozsahu zemských zdrojov je nevyhnutne vytvoriť predpoklady pre lepšiu životnú úroveň, aby mohli slúžiť aj budúcim pokoleniam.

6.2 Ekologická chémia

Skúma pôsobenie chemických prvkov, zlúčenín a procesov na prírodné prostredie. Zaoberá sa sledovaním živých organizmov z hľadiska toxicity, mutagenity a karcinogenity. Zisťuje množstvo a účinky chemických látok na zložky prostredia ako vzduchu, vody, pôdy, potravín a zároveň hľadá metódy ozdravovania prostredia. Toxicita je schopnosť chemickej látky poškodiť organizmus. Mutagenita spôsobuje kvalitatívne alebo kvantitatívne zmeny v genetické informácii organizmu. Karcinogenita sa zaoberá štúdiom látok, ktoré spôsobujú tvorbu nádorov.

6.3 Ropné produkty vo vzťahu k životnému prostrediu

Jeden z najpoužívanějších zdrojov energie je ropa a jej produkty, preto sa radi k závažným zdrojom znečisťovania životného prostredia. Táto látka nebezpečne ohrozuje vodné toky, podzemné vody, pôdu, ovzdušie a pôsobí negatívne na živé organizmy. Oleje sa získavajú miešaním rôznych frakcií vákuových destilácií, sú väčšinou rafinované, niektoré sa získavajú destiláciou dehtu. Do ropných olejov sú pridávané rôzne aditíva čo spôsobuje rozdielne vlastnosti a schopnosti.

7 ŠTANDARDIZOVANÉ MERACIE METÓDY

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [2]

7.1 Meranie emisii zážihových motorov

Meranie emisii začína analýzou voľnobehu a zvýšeného voľnobehu. Táto analýza je však len orientačná. Pokiaľ bude v poriadku uskutočníme meranie pri záťaži motora k čomu budeme potrebovať valcovú brzdu. Pri meraní emisii v motoroch vybavených katalyzátorom volíme, ak je to možné, meranie pred katalyzátorom. Katalyzátor emisie škodlivín rádovo zníži a tým by sme sa dostali na hranicu citlivosti prístrojov. Ďalšia kontrola spočíva v analýze prechodových stavov. Tieto stavy vyvoláme zmenou otáčok motora. Motor ponecháme v základnom voľnobehu, po ustálení hodnôt zvýšime otáčky napríklad na 2500 min^{-1} a sledujeme hodnoty emisii. Nakoniec prudko znížime otáčky do základného voľnobehu a opäť sledujeme merané hodnoty.

7.2 Meranie emisii vznetrových motorov

Pri meraní emisii vznetrových motorov môžeme použiť napríklad opacimeter. Tento meria prechodnosť svetelného lúča cez stĺpec vyfukovaných plynov a na základe vyhodnotenia môžeme posúdiť potencionálne závady motoru. Vznetrové aj zážihové motory vytvárajú emisie CO, HC, NO_x, preto v ich princípe môžeme posudzovať rovnako.

7.3 Meranie spotreby paliva

Medzi základne diagnostické parametre zahrňujeme sledovanie spotreby paliva. V praxi je ďaleko častejším parametrom pre analýzu stavu objektu ako sledovanie výkonu. Takto môžeme veľmi jednoducho sledovať prevádzku motoru a to tankovanie verzus počet najazdených kilometrov. Táto metóda umožňuje prakticky ihneď odhaliť závalu, lebo množstvo porúch sa prejavuje zvýšenou spotrebou paliva.

7.4 Meranie spotreby motorového oleja

Spotreba motorového oleja je primárnym parametrom pre analyzovanie technického stav. Spaľovací motor s nulovou spotrebou oleja neexistuje. Spotrebu oleja rozdeľujeme do nasledovných kategórii.

- prienik oleja do spaľovacieho priestoru a jeho spálení
- únik vonkajšími netesnosťami
- straty odparovaním

Prienik oleja do spaľovacieho priestoru je klasickým poňatím spotreby oleja. Prienik oleja môže vzniknúť buď cez piestne krúžky alebo cez vodítka ventilov okolo ich driekov. Gufera zaistujú utesnenie týchto vodítok. Nevýhodou je že v relatívne krátkom čase stratia svoju pružnosť a následne rozpraskajú dokonca v medznom stave sa rozpadnú a stratia svoju tesniacu funkciu. Preto je nutné tesnenia permanentne meniť po cca 100 – 150 000 km.

Prakticky u všetkých motorov, u starších motorov, kde boli používané tesnenia z menej kvalitných materiálov, tvorili straty oleja väčšinové percento. Zvýšený únik oleja je charakteristický v pieskových alebo vápenatých prevádzkach. Ďalším parametrom straty oleja je odparovanie. Na tepelne namáhaných dieloch, obzvlášť v spodnej časti dochádza k odparovaniu ľahších frakcií oleja. Toto odparovanie vzniká predovšetkým u motorov chladených vzduchom, kde je vyššia pracovná teplota valca. Na celkovú spotrebu oleja sa podieľajú najmenším dielom a táto hodnota je približne konštantná po celú dobu životnosti motoru.

Tab. 1 Spotreba oleja u motorov [2]

Motor	Spotreba oleja v % spotreby paliva
Štvordobý, vodou chladený	2%
Štvordobý, vzduchom chladený	3%
Dvojdobý	4%

7.5 Hlukové spektrum

Pracujúci motor je zdrojom hluku. Podľa jednotlivých fázzy môžeme tento hluk rozdeliť do nasledujúcich hlavných skupín.

- hluk spaľovania
- hluk kľukového mechanizmu
- hluk rozvodového mechanizmu a odvodených pohonov
- hluk pulzáciami satia
- hluk výfuku

- hluk kompresorov a turbodmýchadiel

Pri vzniku závady v motore, sa hlukové spektrum mení. Celková intenzita hluku sa bude priebežne s opotrebením zvyšovať.

8 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Experimentálna časť sa predovšetkým zaoberá metodikou analýzy motorového oleja. V prvej časti predstavuje spoločnosť Iveco, jej produkty na svetovom trhu a charakteristiky motorov + systém Common-rail. Druhá časť približuje konkrétnu koncepciu analyzovaných vozidiel, výkonnostné charakteristiky motorov a výsledky sledovaných parametrov motorového oleja jednotlivých odobraných vzoriek.

8.1 Predstavenie spoločnosti Iveco

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [10,13,15]

V roku 1975 na základe fúzie piatich európskych výrobcov vznikla spoločnosť Iveco. Postupom času sa pripojili ešte ďalšie spoločnosti. Od tej doby si Iveco uchováva svoj medzinárodný status popredných výrobcov nákladných vozidiel a vznetrových motorov. Dvadsaťpäť rokov skúsenosti s integráciou rôznych ľudí, technológií, jazykov a kultúr umožnilo zrodenie moderných nákladných vozidiel vo všetkých hmotnostných kategóriách. Dôraz na výskum a vývoj nových produktov a vynikajúce hospodárske výsledky viedli k tomu, že trh aj zákazníci si Iveco obľúbili. Dôkazom je, že každé piate nákladné vozidlo križujúce európske cesty vyrobilo spoločnosť Iveco.

Produkty

Iveco každoročne produkuje približne 200 000 nákladných vozidiel a viac ako 400 000 vznetrových motorov. Táto spoločnosť vyrába ľahké, stredné a ťažké nákladné vozidlá, autobusy, požiarne vozidlá a vojenské vozidlá. Čo sa týka motorov, samozrejme okrem vznetrových motorov pre nákladné vozidlá, vyrába tiež motory pre plavidlá, elektrické generátory a rôzne elektrické systémy. Nákladné vozidlá Iveco sa

vyrábajú nielen v západnej Európe, ale aj v Číne, Indii, Rusku, Turecku, Austrálii, Argentíne, Brazílii a Južnej Afrike.



Obr. 7 Iveco: Celkový obrat cca 9 mld. Eur (2008) [8]

8.2 Motory Iveco Daily

Tieto motory sú charakterizované vyšším výkonom, ekonomickosťou prevádzky a plnením náročných ekologických požiadaviek. Tieto dôležité faktory sú dosiahnuté len vďaka skutočnej revolúcii v hnacích agregátoch, ktoré napredujú do budúcnosti s maximálnymi komerčnými úspechmi. Spoločnosť Iveco, ktorá je v súčasnej dobe na špičke vývojových aktivít predstavila nové motory vybavené systémom „Common-Rail Unijet“. Motory vybavené týmto systémom veľmi priaznivo vplyvajú k ochrane životného prostredia a tiež k zníženiu spotreby paliva. Ide o štvorvalcový, radový naftový motor s preplňovaním, so šesťnástimi ventilmi a dvoma hore umiestnenými včkovými hriadeľmi. Vstrekovací tlak paliva je 1 800 bar. Tento tlak zaisťuje, že palivo je rozstrekované ešte jemnejšie. To umožní optimálne, takmer bez zvyškové spaľovanie. Výsledkom je vyšší výkon, nižšia spotreba a menšie množstvo emisií.

**Obr. 8** Motor Iveco Daily [11]**Tab. 2** Charakteristika motora Iveco Daily so zdvihovým objemom valcov 2 998 cm³ [14]

Typ motoru	Radový, prepĺňovaný, vznetrový
Počet valcov	4
Zdvihový objem valcov	2 998 cm ³
Zdvih	100 mm
Vřtanie	94,4 mm
Vřkon motoru	107 kW
Maximálny točivý moment	3 600 min ⁻¹
Kompresný pomer	18,5:1

Systém Common-rail

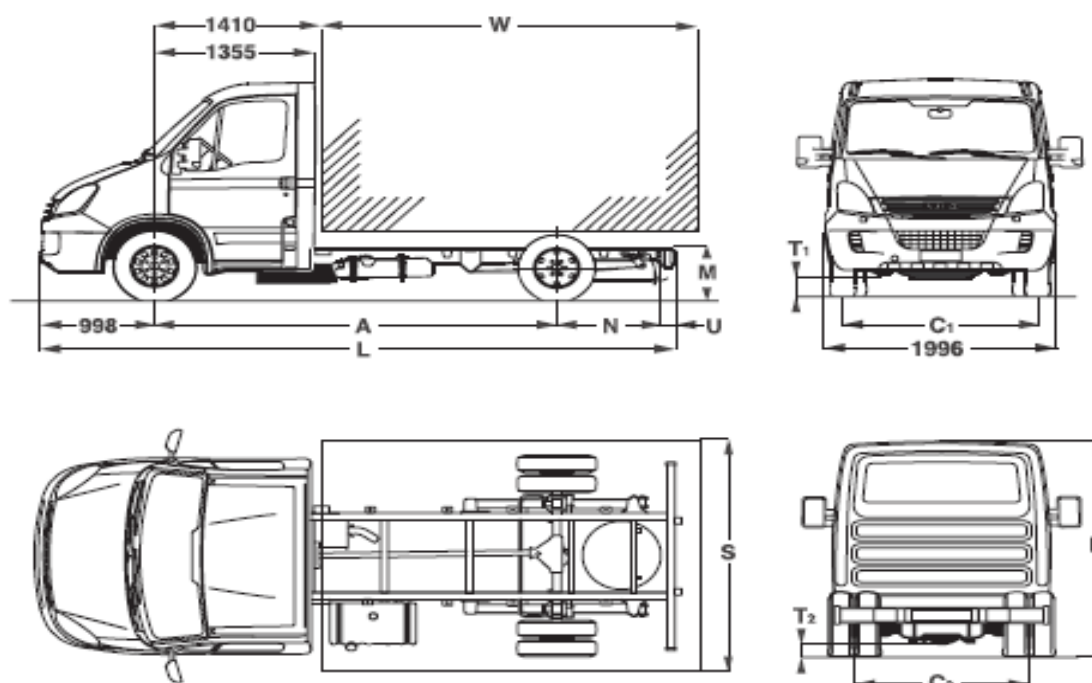
Systém vyuřiva vysokotlakové priame vstrekovanie nařty do valca. Palivo je pod vysokým tlakom lepřie rozprášené a preto tvorí lepřie horľavú zmes. Elektronické riadenie ventilov umořňuje lepřie rozdeliť množstvo paliva počas vstrekovania. Výsledkom je vyšřia účinnosť, vřkon a krútiaci moment motoru. Tento systém tiež zabezpečuje nižřiu spotrebu paliva, nižřiu hlučnosť a nižřie emisie. V systéme je palivo vedené z vysokotlakového čerpadla do vstrekovaa cez zásobník tlaku. Vysokotlakové čerpadlo je u common rail jedno a obvykle trojpiestové. Táto sústava je najvhodnejřia pre viac valcové motory s priamym vstrekováním paliva. Prvá generácia systému z roku 1997 pouřívala tlak 1 350 barov. Dneřné najmodernejřie inovácie zaist'ujú tlak až 2 500 barov. [6]

8.3 Technický popis skúmaných nákladných vozidiel

Táto kapitola bola spracovaná podľa literatúry [7,9,12,13,14,19]

8.3.1 Koncepcia nákladného vozidla Iveco Daily 35C12

Tento automobil je charakterizovaný nasledovnými vlastnosťami. Nosnosť malého nákladného vozidla, manérovateľnosť veľkého osobného automobilu a typická univerzálnosť je doplnená mnohými inováciami. Konštrukcia podvozku je veľmi dômyselne navrhnutá a zároveň zaručuje mimoriadnu prevádzkovú bezpečnosť. Nezávislé predné pruženie zabezpečuje bezpečnosť a dobré parametre aj v ťažkých prevádzkových podmienkach. Vozidlá obsahujú parabolické alebo poloeliptické pružiny. Zadné vzduchové pruženie umožňuje nastaviť výšku vozidla podľa potreby. Konštrukcia kabíny je spojená s rámom pomocou gumených puzdier, ktoré tlmia nepríjemné vibrácie. Tým sa hlučnosť dostáva na úroveň bežného osobného automobilu.



Obr. 9 Schéma nákladného vozidla Iveco Daily 35C12 [19]

Tab. 3 Rozmery vozidla Iveco Daily 35C12 [19]**Rozmery (mm)**

Rázvor	4 100
L max. dĺžka	6 909
H Výška max (Bez nákladu)	2230
C1 Rozchod predných kolies	1696
C2 Rozchod zadných kolies	1540
N Zadný previs	1715
Využitelná dĺžka rámu	4460
W Maximálna dĺžka nadstavby	4890
S Maximálna šírka nadstavby	2200(op.2350)
Šírka rámu	862
Veľkosť rámu	598/590
Polomer otáčania (nárazník)	14 500
Rozmery vozidla úplne	
Celková dĺžka	7313
Celková šírka	2130
Dĺžka nadstavby	4840
Šírka nadstavby	2080
Stavebná výška	400
Ložná plocha m ²	10,1
Nakladacia výška bez / s nákladom	1073/909

Tab. 4 Maximálne hmotnosti vozidla Iveco Daily 35C12 [19]**Hmotnosti (kg)**

Celková hmotnosť vozidla	3 500
Zatáženie prednej nápravy	1 900
Zatáženie zadnej nápravy	2 600
Hmotnosť prívesu nebrzdeného	750
Ťažná sila s zotrvačnosťou	3 000
Pohotovostná hmotnosť	1 925
Pohotovostná hmotnosť, prednej nápravy	1 330
Pohotovostná hmotnosť, zadnej nápravy	595

Výkonnostná charakteristika motora**Obr. 10** Motor Iveco Daily 35C12 [14]**Tab. 5** Charakteristika motora Iveco Daily 35C12 [14]

Valec	4
Výtlač	2.499L
Vrtanie (mm)	93
Zdvih (mm)	92
Kompresný pomer	18.5:1
Ašpirácie	preplňovaný s medzi chladičom
Čistá hmotnosť (kg)	231
Výkon/ otáčky (kW/ot.min ⁻¹)	85/3800
Maximálny krútiaci moment(NM/ot.min ⁻¹)	245/1900
Voľnobežné otáčky (ot.min ⁻¹)	775 ± 50
Maximálne na prázdno riadené otáčky (ot.min ⁻¹)	4400 ± 50

Výsledky analýzy

Vzorky boli odobrané tak, aby predstavovali priemerné zloženie oleja v zariadení. Z dôvodu dokonalého premiešania a ohriatia oleja bol odber uskutočnený po prevádzke vozidla (cca. 6 hodín). Prvý odber motorového oleja bol po 773 km pri teplote motora 80 °C. Druhý odber bol prevedený po 1 433 km pri teplote motora 80 °C. Automobil mal celkovo najazdené 161 180 km.

Analyzovaný motorový olej je značky Urania 100 K. Zloženie oleja je na čiastočne syntetickej báze pre priemyselné vozidlá s turbomotorom všetkých typov a výkonov. Urania 100K odpovedá novým spôsobom na najnáročnejšie požiadavky konštruktérov a užívateľov ťažkých vozidiel a zároveň zaručuje zníženie počtu zastávok kvôli údržbe. Najdôležitejšou vlastnosťou je predĺženie intervalu medzi výmenami až na najdlhšiu možnú doporučovanú mieru. Zároveň udržanie si všetkých kvantitatívnych charakteristických vlastností aj po mnohých najazdených kilometroch. Zaisťuje tiež ochranu usadenín tým, že bráni ich vzniku aj po dlhom období prevádzky. Usadeniny vznikajú hlavne v kritických bodoch ako je turbokompresorová jednotka alebo štartovanie za studena. Vďaka vyrovnanému odstupňovaniu viskozity sa znižuje čas ohrievania a zároveň zaručuje vysoký konštantný tlak v okruhu mazania.



Technické údaje:

SAE 5 W -40 * ACEA E4/E7 * API CF * IVECO STANDARD 18-1804 CLASSE T3 E4 * MB 228.5

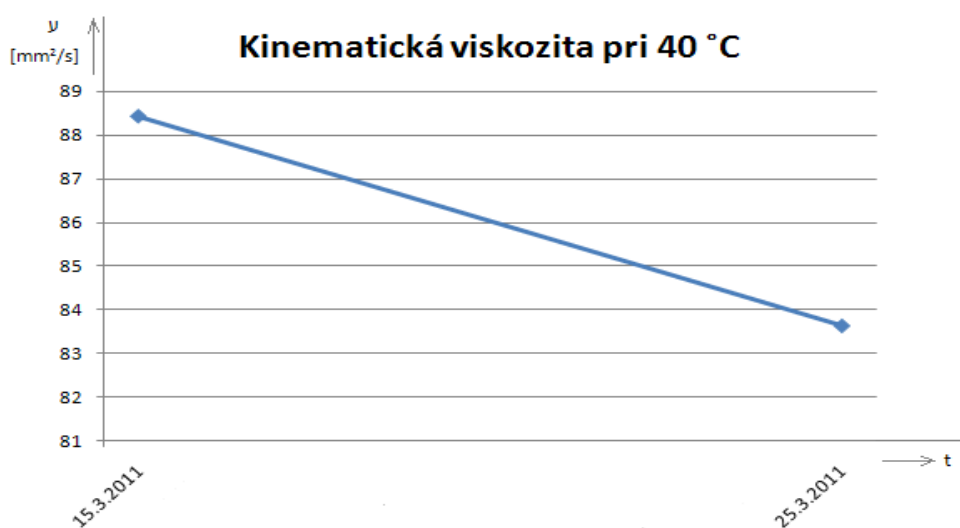
VOLVO VDS-3 * RENAULT RVI RXD, RLD, RD2, RLD-2 * MAN 3277 * SCANIA LDF-2

DAF EXTENDED DRAIN * MTU TYPE 3 [7]

Tab. 6 Výsledky analýzy vzoriek motorového oleja vozidla Iveco 35C12

Základné akostné ukazovatele	1. odber	2. odber	Jednotky	Skúšobná metóda
Kinematická viskozita pri 40 °C	88,42	83,64	mm ² .s ⁻¹	ČSN 65 6216
Kinematická viskozita pri 100 °C	12,58	12,16	mm ² .s ⁻¹	ČSN 65 6216
Bod vzplanutia	174	187	°C	ČSN 65 6212
Obsah vody	0,1	0,1	% hm.	ČSN 65 6062
Karbonizačný úbytok	1,85	1,9	%hm.	Metodika 7
Celkové množstvo nečistôt	0,178	0,077		ČSN 65 6135
Stanovenie úbytkových kovov				AAS
Fe	92,4	95,1	mg/kg	
Cu	12	13,8	mg/kg	
Sn	2,5	2,6	mg/kg	
Pb	10,1	12,1	mg/kg	
Kvapková skúška				

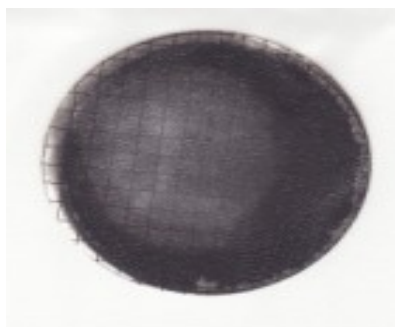
Na obr. č. 2 je vyobrazený priebeh zmeny kinematickej viskozity oleja v závislosti na čase. Vlastné opotrebenie má určitý časový priebeh. Keďže zloženie grafu sa skladá len z dvoch hodnôt krivka má lineárny charakter.

**Obr. 11** Časový priebeh kinematickej viskozity pri 40 °C

Hodnotenie

Vzorka motorového oleja je v celkom dobrom technickom stave. Kinematická viskozita sa pohybovala v rozmedzí dovolených tolerancií hoci bol indikovaný zvýšený obsah paliva (0,5%), časť sa odparila. Prítomnosť paliva v mazacom systéme môže spôsobiť pokles viskozity. Ďalšími faktormi vplývajúce na zníženie viskozity sú predovšetkým tepelné a mechanické degradácie aditív. V prípadoch kedy je viskozita príliš nízka môže doísť k medznému až suchému treniu. Bod vzplanutia oboch odobraných vzoriek sa pohybuje v rozmedzí 170 – 200 °C. Dá sa teda konštatovať, že množstvo nahromadených pár vzoriek neprekročilo prípustnú hladinu. Hraničná hodnota bodu vzplanutia pre nutnú výmenu je približne o 20 – 25 °C nižšia ako hodnota bodu vzplanutia nového oleja. Prítomnosť vody v oleji oboch vzoriek je 0,1% hmotnostného obsahu. Podľa všeobecného primaného názoru sa pre určenie prípustnej hodnoty obsahu vody povoľuje max. 0,2% hmotnostného obsahu vody. Prítomnosť vody v skúmanom oleji teda nie je zvýšená. Výskytu stopového množstva kondenzujúcej vody sa dá len veľmi ťažko zabrániť, preto je často v oleji prítomná. Jav má za následok zníženie kvality mazacieho filmu a značné zvýšenie korózie mazaných častí. Stanovenie úbytkových kovov (Fe, Cu, Sn, Pb). Obsah železa je na hranici (max. 100mg/Kg). V oleji sú prítomné aj ložiskové kovy, ktoré indikujú vady celkového stavu stroja. Pri výmenách oleja nedôjde k odstráneniu všetkých kovových nečistôt. Detergentne – disperzné vlastnosti sú dobré.

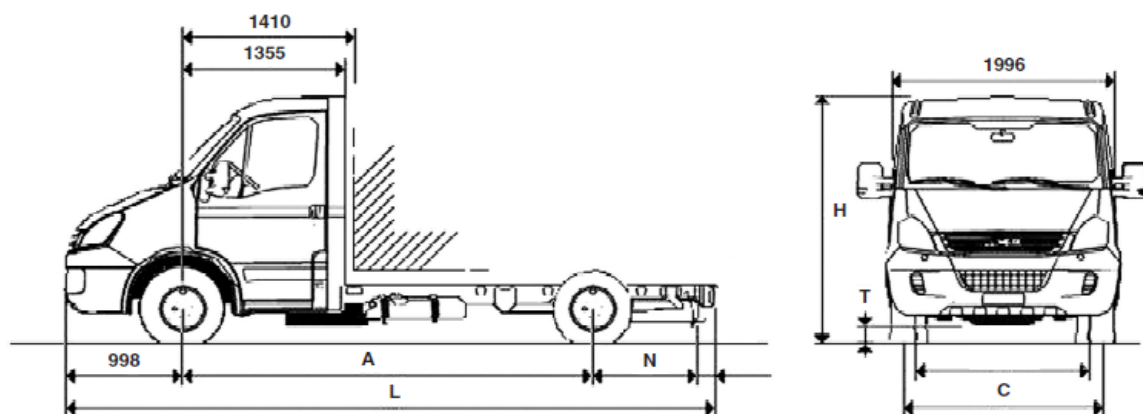
Na získanie mechanických nečistôt oleja bola prevedená metóda založená na filtrácii vzorku podtlakom membránového ultrafiltru. Cez filter veľkosti 0,8 µm bolo podtlakom filtrované 10g oleja. Výsledkom bola zistená prítomnosť karbónových častíc, prachu a kovov z opotrebenia.



Obr. 12 Filter 0,8 μ m obsahující mechanické nečistoty

8.3.2 Koncepcia nákladného vozidla Iveco Daily 50C15

Vozidlo je vybavené zážihovým, preplňovaným, radovým štvorvalcom so sekekvenciálnym viac bodovým vstrekováním. Motor má kvapalinové chladenie s ventilátorom spínaným elektromagnetickou spojkou. Šesť stupňová prevodovka ma štandardné parametre so stálym prevodom rozvodovky. Spojka je suchá, jednokotúčová, hydraulická. Brzdový systém je vytvorený diskovými brzdami na prednej a zadnej náprave. Parkovacia brzda je mechanická, ručne ovládaná a pôsobí na zadné kolesá. Predné odpruženie vozidla je tvorené nezávisle zavesenými kolesami s torznou tyčou. Zadné odpruženie ma poloeliptické listové perá s gumenými dorazmi. Vozidlo je tiež vybavené prednými a zadnými hydraulickými teleskopickými tlmičmi nárazov.



Obr. 13 Schéma nákladného vozidla Iveco Daily 50C15 [9]

Tab. 7 Rozmery vozidla Iveco Daily 50C52 [9]**Rozmery (mm)**

Rázvor	4 350
L max. dĺžka	7 358
H Výška max (Bez nákladu)	2 270
C1 Rozchod predných kolies	1696
C2 Rozchod zadných kolies	1540
Výška rámu prednej nápravy	593
Výška rámu zadnej nápravy	716
N Zadný previs	1 885
Polomer otáčania (pneu)	15 280
Polomer otáčania (nárazník)	16 400
W Maximálna dĺžka nadstavby	5 344
S Maximálna šírka nadstavby	2200(op.2350)

Tab. 8 Maximálne hmotnosti vozidla Iveco Daily 50C15 [9]**Hmotnosti (kg)**

Celková hmotnosť vozidla	5 200
Max. zaťaženie prednej nápravy	1 900
Max. zaťaženie zadnej nápravy	3 700
Pohotovostná hmotnosť	2 390
Celková hmotnosť vozidla s prívesom	8 700
Zaťaženie na prednú nápravu	1 495
Zaťaženie na zadnú nápravu	895

Výkonnostná charakteristika motoru**Obr. 14** Motor Iveco Daily 50C15 [14]

Tab. 9 Charakteristika motora Iveco Daily 50C15 [14]

Valec	4
Výtlač	2.798L
Vrtanie (mm)	94,4
Zdvih (mm)	100
Kompresný pomer	18.5:1
Palivové čerpadlo	Common rail, el. riadené vstrekovanie
Čistá hmotnosť (kg)	245
Výkon/ otáčky (kW/ot.min ⁻¹)	107/3600
Maximálny krútiaci moment(NM/ot.min ⁻¹)	320/1500
Voľnobežné otáčky (ot.min ⁻¹)	800 ± 25
Maximálne na prázdno riadené otáčky (ot.min ⁻¹)	4 200 ± 50

Výsledky analýzy

Rovnako ako u prvého vozidla boli vzorky odobrané tak, aby predstavovali priemerne zloženie oleja v zariadení. Odber bol tak tiež prevedený po prevádzke vozidla, aby bol olej dokonale premiešaný a zahriaty. Motorový olej bol prvý krát odobraný po 643 km pri teplote motora 80 °C. Druhý odber bol prevedený po 1 818 km pri rovnakej teplote 80 °C. Vozidlo malo celkovo najazdené 124 154 km. Analyzované vozidlo Iveco Daily 50C15 používa motorový olej značky Urania FE. Na rozdiel od motorového oleja Urania 100 K je tento produkt plne syntetický. Používa sa pre všetky priemyselne i úžitkové vozidlá s motormi diesel. Motorový olej Urania FE bol vyvinutý firmou Petronas tak, aby prevyšoval moderné technologické požiadavky u vozidiel i vo veľmi prísnych pracovných podmienkach. Viskozimetrická gradácia umožňuje používanie aj v extrémnych klimatických podmienkach (mraz – teplo). Vďaka špecifickému zloženiu Fuel Economy, dochádza k úspore pohonných hmôt až o 4%, v porovnaní s minerálnymi produktmi.



Technické údaje:

SAE 5W-30, ACEA E4/E7, API CF, IVECO 18-1804 FE, MB 228.5, VOLVO VDS-3, SCANIA LDF, MAN M3277,

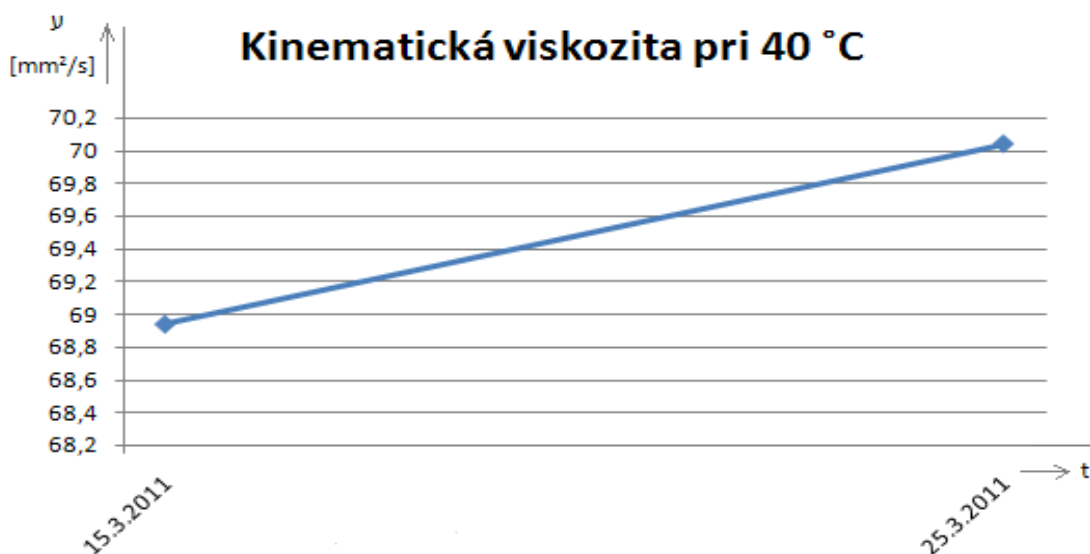
MACK EO-M Plus, RENAULT RVI RXD PERFORMANCE, DAF HP1/HP2, MTU OIL TYPE 3, CUMMINS CES

20071/20072/20076/20077 [7]

Tab. 10 Výsledky analýzy vzoriek motorového oleja vozidla Iveco 50C15

Základné akostné ukazovatele	1. odber	2. odber	Jednotky	Skúšobná metóda
Kinematická viskozita pri 40 °C	68,94	70,04	mm ² .s ⁻¹	ČSN 65 6216
Kinematická viskozita pri 100 °C	11,26	10,89	mm ² .s ⁻¹	ČSN 65 6216
Bod vzplanutia	201	196	°C	ČSN 65 6212
Obsah vody	0,05	0,1	% hm.	ČSN 65 6062
Karbonizačný úbytok	1,85	1,9	%hm.	Metodika 7
Celkové množstvo nečistôt	0,068	0,059		ČSN 65 6135
Stanovenie úbytkových kovov				AAS
Fe	82,8	84,1	mg/kg	
Cu	1,9	2,1	mg/kg	
Sn	2,1	2,2	mg/kg	
Pb	3,3	2,4	mg/kg	
Kvapková skúška				

Podobne ako na obr. 11 je časový priebeh zmeny kinematickej viskozity, spôsobený absenciou viacerých hodnôt, lineárny.

**Obr. 15** Časový priebeh kinematickej viskozity pri 40 °C

Hodnotenie

Analýza dodanej vzorky motorového oleja preukázala, že je v dobrom technickom stave. Hodnoty kinematickej viskozity sú v norme. Vďaka plne syntetickému zloženiu oleja sa výsledky viskozity prvého a druhého odberu líšia len nepatrne. Bod vzplanutia v druhom odbere bol o 5 °C nižší než u prvého odberu. Je teda zjavne, že množstvo pár v oleji sa zvyšuje. Vo vzorkách je prítomné len stopové množstvo vody. Nedochádza teda k znižovaniu kvality mazacieho filmu a mazacie časti sú chránené proti korózii. Obsah úbytkových kovov je v norme. Detergentne - disperzné vlastnosti oleja sú veľmi dobré.

Na určenie mechanických nečistôt bolo prefiltrované 10g oleja za podtlaku membránovým ultrafiltrom veľkosti 0,8 μm. Skúškou bola indikovaná prítomnosť karbónových častí, prach a stopové množstvo kovov z opotrebenia.



Obr. 16 Filter 0,8μm obsahujúci mechanické nečistoty

8.4 Záver

Bohužiaľ bolo mi umožnené odobrať vzorky motorového oleja len z nákladných vozidiel slúžiacich na rozvoz pečiva.

Prvá časť bakalárskej práce sa zaoberá súčasnými poznatkami z oblasti tribotechnickej diagnostiky. Popisuje najzákladnejšie technické ovládnutie procesov trenia, opotrebenia trecích uzlov a vedecky zdôvodňuje opatrenia pri ich konštrukcii, dimenzovaní, výrobe, prevádzke a údržbe. Primárnou súčasťou je predovšetkým technika mazania a technika ochrany proti opotrebeniu. Experimentálna časť sa venuje vlastnej analýze motorových

olejov odobraných zo štvorvalcových, zážihových, preplňovaných, motorov od firmy Iveco. Vzorky boli odobrané z dvoch nákladných vozidiel typu Iveco Daily. Z každého vozidla boli na analýzu predané dve vzorky oleja, ktoré boli testované na základné akostné ukazovatele ako kinematická viskozita, bod vzplanutia, obsah vody, karbonizačný úbytok, celkové množstvo nečistôt, kvapková skúška a stanovenie úbytkových kovov.

Výsledky vzoriek z prvého skúmaného vozidla typu Iveco Daily 35C12 preukázali celkovo dobré technické vlastnosti oleja. Dané vozidlo používa motorový olej značky Urania 100 K. Tento produkt je na čiastočne syntetickej báze používaný priemyselnými vozidlami s turbomotorom všetkých typov a výkonov. Kinematická viskozita sa pohybovala v rozmedzí dovolených tolerancií, hoci bol indikovaný zvýšený obsah paliva (5 %), časť sa odparila. Bod vzplanutia oboch vzoriek sa pohybovala v rozmedzí 170 – 200 °C. Z toho vyplýva, že prítomnosť nahromadených pár neprekročila prípustnú hladinu. V oboch vzorkách oleja bola zistená prítomnosť vody hmotnostného obsahu 0,1%. Obsah vody v oleji nie je zvýšený. Stanovením úbytkových kovov Fe, Cu, Sn, Pb bol indikovaný obsah železa 95,1 mg/kg tato hodnota je na hranici prípustnosti (max. 100 mg/kg). V oleji sú prítomné aj ložiskové kovy, ktoré indikujú vady celkového stavu zariadenia. Detergentne – disperzné vlastnosti sú veľmi dobré. Celkovo ja analyzovaný motorový olej v dobrom technickom stave a doporučuje sa jeho ďalšie používanie. Analýza vzoriek z druhého skúmaného vozidla preukázala taktiež dobré technické parametre. Vďaka plne syntetickému zloženiu motorového oleja Urania FE sa výsledky kinematickej viskozity líšia len nepatrne. Bod vzplanutia druhého odberu bol o 5 °C nižší, z čoho môžeme indikovať stúpajúcu tendenciu pár v oleji. Olej je čistý s minimálnym obsahom vody a nečistôt. Detergentne – disperzné vlastnosti sú veľmi dobré. S olejom sa doporučuje ďalšia prevádzka.

V bakalárskej práci bol prevedený popis súčasného stavu poznania o tibotechnickej diagnostike motorových olejov. Diagnostické metódy na hodnotenie technického stavu vozidiel nám dáva „veľkú moc“ pri zisťovaní spoľahlivosti, efektívnosti a ekonomickosti vozidiel. V budúcnosti budú schopné ešte presnejšie, spoľahlivejšie a rýchlejšie odhaliť vznikajúce vady. Preto musíme usilovať, aby sme tento potenciál využívali v prevádzke čo najlepšie.

PodĎakovanie

Predovšetkým by som chcel poďakovať svojim rodičom a blízkym za podporu pri štúdiu na Vysokej škole. Veľká vďaka patrí doc. Ing. Františkovi Helebrantovi, CSc. za odbornú pomoc, cenné rady a poskytnuté podklady pri spracovaní bakalárskej práce.

Použitá literatúra

- [1] BLAŠKOVIČ, P. – BALLA, J. – DZIMKO, M. : Tribológia. ALFA Bratislava 1990, 360 s.
- [2] PAPOUŠEK, M.; ŠTĚRBA, P. Diagnostika spalovacích motoru: Praktická příručka. Brno: Computer Press, 2007. 223 s.
- [3] HELEBRANT, F.; ZIEGLER, J.; MARASOVÁ, D. Technická diagnostika a spolehlivost I. :Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2001. 158 s.
- [4] Kol. :Tribotechnické činnosti v provozní praxi. DT ČSVTS Praha 1990, 135 s.
- [6] Wikipédia [online]. 2011 [cit. 2011-02-10]. Common rail. Dostupné z WWW: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Common_rail>.
- [7] Spdbohemia [online]. 2010 [cit. 2011-02-13]. Spdbohemia. Dostupné z WWW: <<http://www.spdbohemia.cz/>>.
- [8] Labatest [online]. 2010 [cit. 2011-03-16]. Iveco. Dostupné z WWW: <<http://www.labatest.cz/default/file/download/id/6299/inline/1>>.
- [9] Cngcompany [online]. 2009 [cit. 2011-03-26]. CNG Company s.r.o. Dostupné z WWW: <http://www.cngcompany.cz/41-iveco_daily_35_s14_gv_3.0_hpi_cng>.
- [10] Auto [online]. 2008 [cit. 2011-01-20]. Historie Iveco Daily ve fotografii. Dostupné z WWW: <<http://www.auto.cz/historie-iveco-daily-ve-fotografii-7718>>.
- [11] Iveco-daily [online]. 2006 [cit. 2011-02-4]. Iveco Daily. Dostupné z WWW: <http://www.iveco-daily.com/jetspeed/user/iveco-daily_com/media-type/html/language/de/page/home..der-daily.psml>.
- [12] Khmc [online]. 2001 [cit. 2011-02-6]. TOURER 21 - místný. Dostupné z WWW: <<http://www.khmc.cz/produkty/iveco/tourer>>.
- [13] Iveco [online]. 2006 [cit. 2011-03-12]. Iveco - Produkty - Vozidla. Dostupné z WWW: <http://www.iveco.sk/vozidla_daily_cab_vykon.htm>.
- [14] Emacs [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. EMAC. Dostupné z WWW: <<http://www.emacs.com/catalogue/iveco-diesel-engine.htm>>.

- [15] Wikipedia [online]. 2011 [cit. 2011-03-11]. Iveco - Wikipedie. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Iveco>>.
- [16] Techmania [online]. 2008 [cit. 2011-02-11]. Techmania - Edutorium - Exponáty. Dostupné z WWW: <http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d656368616e696b61h&key=204>.
- [17] Oleje [online]. 2005 [cit. 2011-03-12]. Vlastnosti motorových olejů-Detergenty a disperzanty. Dostupné z WWW: <http://www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju5>.
- [18] Vydavatelství [online]. 2005 [cit. 2011-03-15]. Měření viskozity. Dostupné z WWW: <http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/mereni_viskozity.html>.
- [19] Iveco-communication [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. TECHNISCHE BESCHREIBUNG. Dostupné z WWW: <iveco-communication>.
- [20] Tf.uniag [online]. [cit. 2011-04-30]. Opravy strojních skupín. Dostupné z WWW: <http://www.tf.uniag.sk/e_sources/katspol/OSS/Klukovy_mechanismus.pdf>.

Zoznam obrázkov

Obr. 1	Stribecková krivka [3].....	11
Obr. 2	Základná schéma klzného trenia [16]	11
Obr. 3	Základná schéma valivého trenia [16]	12
Obr. 4	Časový priebeh opotrebenia [3]	15
Obr. 5	Zloženie motorových olejov [17]	21
Obr. 6	Kapilárny viskozimeter [18]	23
Obr. 7	Iveco: Celkový obrat cca 9 mld. Eur (2008) [8]	32
Obr. 8	Motor Iveco Daily [11]	33
Obr. 9	Schéma nákladného vozidla Iveco Daily 35C12 [19]	34
Obr. 10	Motor Iveco Daily 35C12 [14]	36
Obr. 11	Časový priebeh kinematickej viskozity pri 40 °C	38
Obr. 12	Filter 0,8μm obsahujúci mechanické nečistoty.....	40
Obr. 13	Schéma nákladného vozidla Iveco Daily 50C15 [9]	40
Obr. 14	Motor Iveco Daily 50C15 [14]	41
Obr. 15	Časový priebeh kinematickej viskozity pri 40 °C	43
Obr. 16	Filter 0,8μm obsahujúci mechanické nečistoty.....	44

Zoznam tabuliek

Tab. 1	Spotreba oleja u motorov [2]	30
Tab. 2	Charakteristika motora Iveco Daily so zdvihovým objemom valcov 2 998 cm ³ [14].....	33
Tab. 3	Rozmery vozidla Iveco Daily 35C12 [19]	35
Tab. 4	Maximálne hmotnosti vozidla Iveco Daily 35C12 [19].....	35
Tab. 5	Charakteristika motora Iveco Daily 35C12 [14]	36
Tab. 6	Výsledky analýzy vzoriek motorového oleja vozidla Iveco 35C12	38
Tab. 7	Rozmery vozidla Iveco Daily 50C52 [9]	41
Tab. 8	Maximálne hmotnosti vozidla Iveco Daily 50C15 [9].....	41
Tab. 9	Charakteristika motora Iveco Daily 50C15 [14]	42
Tab. 10	Výsledky analýzy vzoriek motorového oleja vozidla Iveco 50C15	43

Zoznam skratiek a symbolov:

min^{-1}	Otáčky za minútu
$^{\circ}\text{C}$	Teplota
Mo	Molybdén
V	Vanád
Ti	Titan
Nb	Niób
Pb	Olovo
Sn	Cín
In	Indium
Cd	Kadmium
Au	Zlato
$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	Kinematická viskozita
s^{-1}	Otáčky za sekundu
Li	Litium
Na	Sodík
Ca	Vápnik
Al	Hliník
Pb	Olovo
Fe	Železo
Cu	Meď
TBN	Číslo alkality
TAN	Číslo celkovej kyslosti
KOH	Hydroxid draselný
μm	micrometer
CO	Oxid uhoľnatý
HC	Uhl'ovodíky
NO _x	Oxidy dusíka
Km	Kilometer
bar.	Jednotka tlaku
mm	milimeter
cm^3	Centimeter kubický
kW	Jednotka výkonu - kiloWatt
%hm	Hmotnostný obsah vody v percentách
mg/Kg	Miligram / kilogram
g	Jednotka hmotnosti - gram